

Условия докритического роста сегнетоэлектрических доменов

А.Ю. Белов

Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН, ФНИЦ «Кристаллография и фотоника»
 РАН, 119333, Москва, Россия
 e-mail: belov@crys.ras.ru

Выяснение механизма докритического роста сегнетоэлектрических доменов относится к актуальным дискуссионным вопросам физики сегнетоэлектриков. Интерес к этому явлению связан со сложностью термофлуктуационного зарождения доменов критического размера при обычных значениях электрического поля (парадокс Ландауэра). Согласно [1], данный «парадокс» экспериментально наблюдается в поликристаллических пленках твердых растворов $\text{Pb}(\text{Zr}_{1-x}\text{Ti}_x)\text{O}_3$, имеющих при определенной толщине (около 250 nm) специфическую структуру, для которой характерна колончатая форма зерен. Кривые гистерезиса в таких пленках демонстрируют уникальную частотную зависимость коэрцитивного поля E_c : $1/E_c^2 \sim \ln(v/v_0)$ [2], особенностью которой является зависимость предельной частоты v_0 (Рис. 1) от размера верхнего электрода R : $v_0 = v_0(R)$. Такие размерные эффекты обусловлены сильной неоднородностью электрического поля у края электрода, что является необходимым условием реализации режима докритического роста зародышей переполаризации, и, таким образом, могут быть использованы для оценки вклада докритических процессов в переключение поляризации [3].

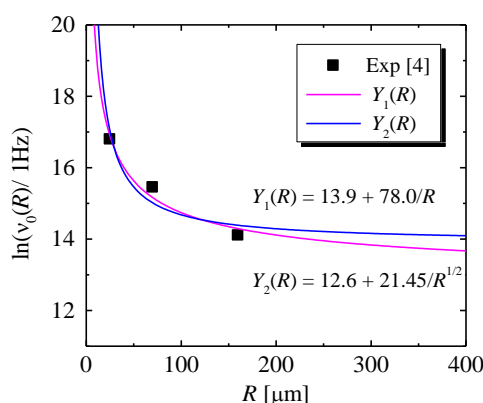


Рисунок 1. Зависимость предельной частоты $v_0(R)$ от радиуса электрода в пленке $\text{Pb}(\text{Zr}_{40}\text{Ti}_{60})\text{O}_3$ толщины 0.24 мкм [4] и ее интерполяция функциями Y_1 и Y_2 (для двух оценок размера области докритического роста [3]).

Предложенный механизм докритического роста зародышей переполаризации в поликристаллических пленках позволяет прояснить природу размерных эффектов, проиллюстрированных на Рисунке 1. В его основе лежит существование физической величины E_g (геометрического коэрцитивного поля), определяющей возможность докритического роста зародышей. Например, для двумерного электрода в форме тонкой полосы ширины a , она определяется выражением $E_g = 2(\gamma/\epsilon\pi a)^{1/2}$, где γ – поверхностная энергия доменной стенки. При выполнении условия $E < E_g$ (E – однородное поле вдали от края электрода) подрастание зародышей до критического размера невозможно.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН.

1. А.Ю. Белов, *Письма в ЖЭТФ* **108**, 225 (2018).
2. X. Du, I.W. Chen, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc* **493**, 311 (1998).
3. A.Yu. Belov, *Ferroelectrics* **544**, 27 (2019).
4. S.M. Nam, Y.B. Kil, S. Wada, T. Tsurumi, *Ferroelectrics* **259**, 43 (2001).